

## KARAKTERISASI LAHAN SAWAH BUKAAN BARU HASIL KONVERSI LAHAN HUTAN DI DESA KALOSI KECAMATAN TOWUTI KABUPATEN LUWU TIMUR

*Characterizing a New Paddy Soil which Conversion From Forest Land in The Kalosi Village, Towuti Sub Regency, Regency of Luwu Timur.*

Irfandi Felix<sup>1\*</sup>, Rismaneswati<sup>1</sup>, Syamsul Arifin Lias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin

\*Corresponding email: [irfandifelix1508@gmail.com](mailto:irfandifelix1508@gmail.com)

Doi: 10.20956/ecosolum.v9i1.9115

### ABSTRACT

The conversion of the function of productive agricultural land to non-agricultural land has taken place and is difficult to avoid as a result of the rapid rate of growth and development in an area so that agricultural production must be increased, especially food production to meet food needs with efforts to expand planting areas and the printing of new fields, but generally constrained by low-quality land. This study aims to determine the characteristics of the new openings paddy fields converted from forest land in the Village of Kalosi District Towuti for the development of irrigated paddy fields. This research method is descriptive, data collection is done by observations in the field and laboratory tests. The determination and sampling of soil in this study is purposive sampling. The results showed that the research location was suitable to be used as an irrigated field which had rainfall of  $\pm 2329 - 3631$  mm/year, an average temperature of  $27^{\circ}\text{C}$ , a minimum temperature of  $23^{\circ}\text{C}$ , a maximum temperature of  $32^{\circ}\text{C}$ , slope 0-8%, clay texture, dusty clay, sandy clay loam,  $\text{H}_2\text{O}$  soil reaction 5.6 - 5.9, CEC 35 - 60 cmol/kg clay, C-organic  $> 2\%$ , salinity  $0.15 - 1.20$  dS  $\text{m}^{-1}$ , base saturation  $> 40\%$ , base cation can be exchanged  $11 - 19$  cmol  $\text{kg}^{-1}$ , the dominant type of mineral found kaolinite clay mineral and irrigation water quality has a pretty good standard of water quality.

Keywords: landuse conversion, paddy field, characteristics of new paddy field

### PENDAHULUAN

Alih fungsi lahan pertanian produktif menjadi lahan non pertanian telah berlangsung dan sulit untuk dihindari sebagai akibat pesatnya laju pertumbuhan dan pembangunan di suatu wilayah. Dengan demikian, produksi pertanian harus ditingkatkan khususnya produksi pangan guna memenuhi kebutuhan pangan bagi masyarakat. Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan pangan maka perlu dilakukan perluasan areal tanam dan pencetakan sawah baru di daerah yang berpotensi untuk pengembangan sawah irigasi, namun umumnya terkendala oleh kualitas lahan rendah (Sahardi, 2014).

Pada umumnya tanah sawah baru sering bermasalah kesuburan tanah karena kemungkinan adanya gejala keracunan besi dan mangan. Menurut Hikmatullah (2002) salah satu kendala yang muncul apabila lahan kering digenangi untuk dibuat sawah bukaan baru adalah pada tahun-tahun pertama akan timbul perubahan sifat-sifat kimia tanah, yaitu bentuk reduksi  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{Mn}^{3+}$  dalam konsentrasi tinggi yang akan mengakibatkan keracunan pada tanaman padi dan mempengaruhi kesuburan tanah sehingga produktivitas tanah pada sawah bukaan baru tergolong masih rendah. Selain itu selama proses pembukaan sawah, sifat fisik tanah mengalami banyak perubahan, proses reduksi dan oksidasi merupakan proses utama yang dapat mengakibatkan perubahan baik sifat mineral, sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Prasetyo et al, 2004). Perubahan sifat fisik juga banyak dipengaruhi oleh terjadinya eluviasi bahan kimia atau partikel tanah akibat proses pelumpuran dan perubahan drainase (Hardjowigeno et al, 2004).

Pencetakan sawah bukaan baru yang dilakukan di Kecamatan Towuti merupakan bentuk realisasi penempatan transmigrasi dengan pola usaha tanaman pangan yang rencananya akan dibuka sekitar 5000 hektar dan telah terealisasi sekitar  $\pm 150$  hektar, termasuk di Desa Kalosi  $\pm 80$  hektar. Saat ini lahan sawah baru di Desa Kalosi sudah ditanami dan diperoleh hasil  $< 2 \text{ ton ha}^{-1}$  yang berarti bahwa hasil padi yang diperoleh masih tergolong rendah. Hasil padi optimal dapat dicapai 8 ton GKP/ha (Sys et al, 1993).

Melihat kendala yang terjadi pada sawah bukaan baru maka perlu dilakukan penelitian mengenai karakterisasi lahan sawah bukaan baru agar memberikan informasi dan pemahaman lebih mendalam tentang karakteristik tanah sawah bukaan baru di Desa Kalosi sehingga dapat dilakukan manajemen yang tepat agar tujuan peningkatan produksi padi di wilayah ini dapat diwujudkan.

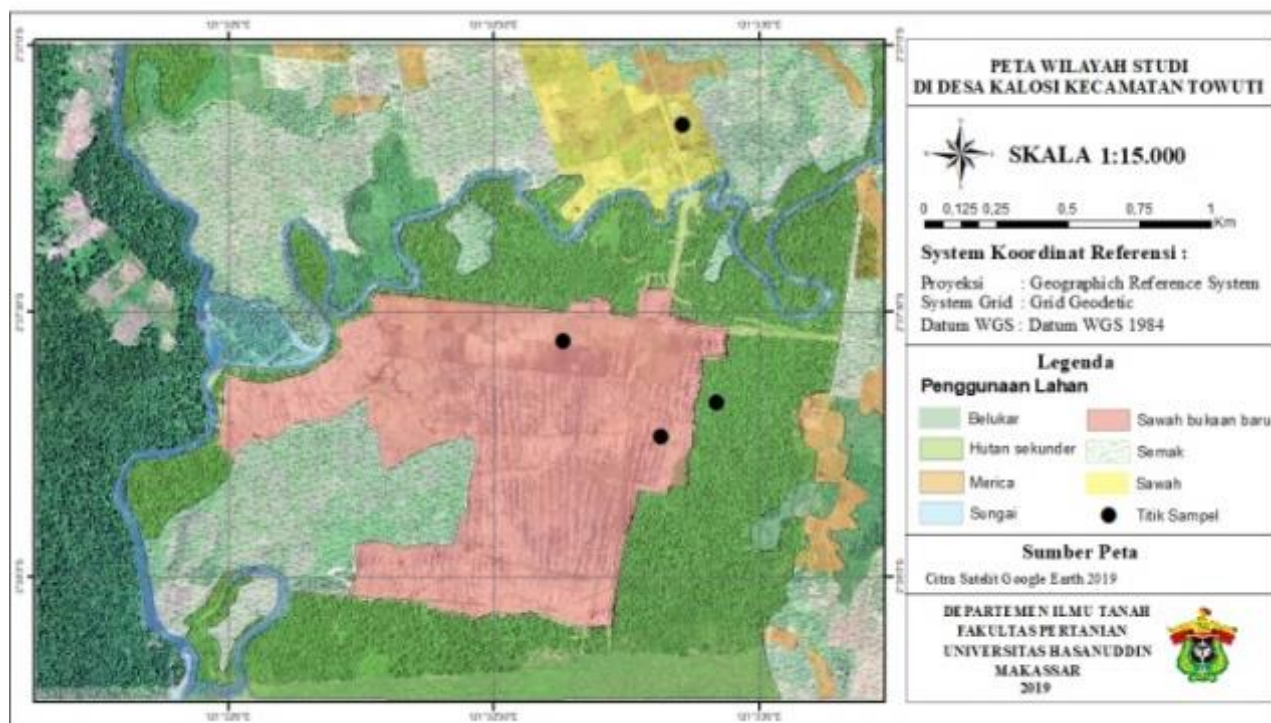
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik lahan sawah bukaan baru hasil konversi lahan hutan di Desa Kalosi Kecamatan Towuti untuk pengembangan sawah irigasi. Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan pertimbangan bagi perencanaan penggunaan lahan di Desa Kalosi Kecamatan Towuti utamanya dalam pengembangan tanaman padi irigasi yang potensial di wilayah tersebut.

## METODOLOGI

Pengambilan sampel tanah dan pengamatan dilaksanakan di Desa Kalosi, Kecamatan Towuti, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan tanah Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar. Penelitian ini berlangsung dari bulan Juli–Agustus 2019.

Alat yang digunakan yaitu alat *survey* berupa GPS (*Global Position System*), *Munsel soil colour chart*, kamera digital, bor tanah, cangkul, linggis, sekop, pisau lapangan, meteran bar, kantong sampel, dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah Daftar isian profil (DIP), Peta Geologi 1 : 100.000, Peta Lereng 1 : 100.000, Peta Jenis 1 : 100.000, dan Peta Penggunaan Lahan 1 : 100.000, peta penggunaan lahan sebelum dan setelah alih fungsi 1:15.000.

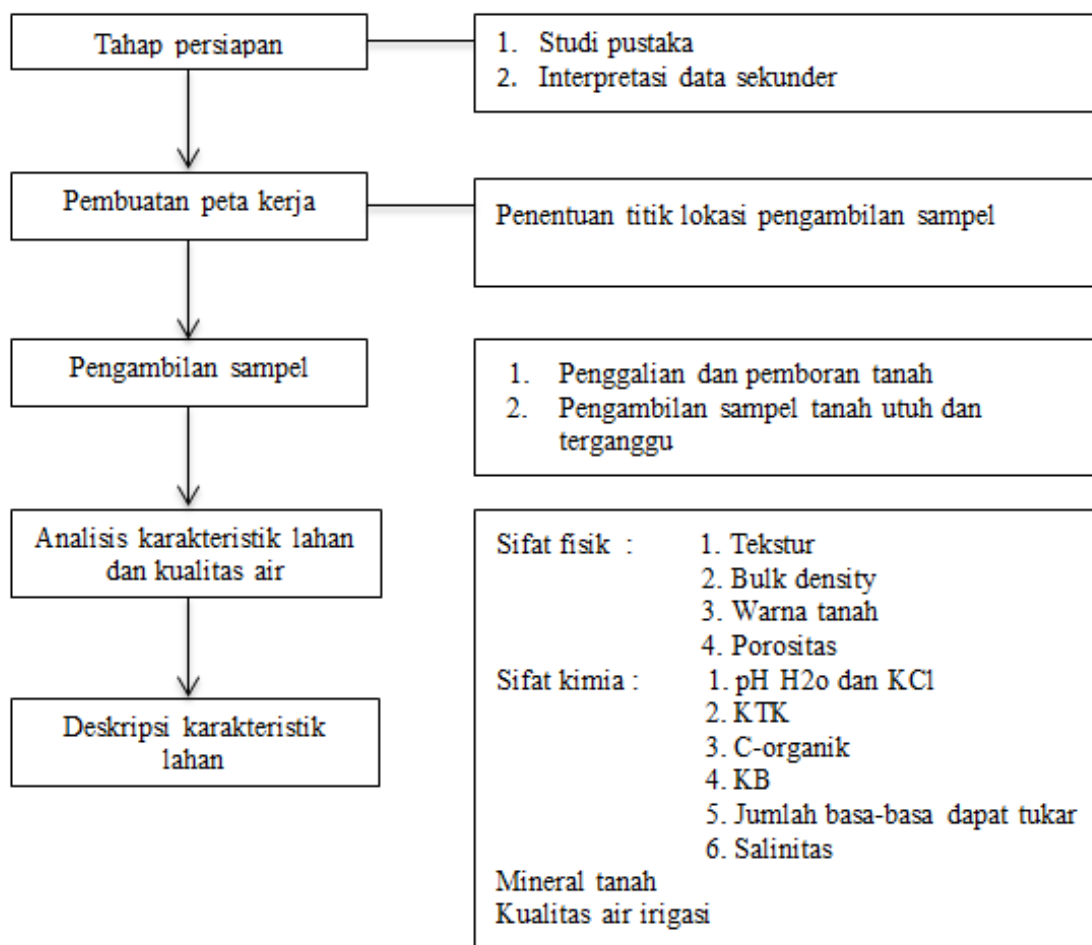
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Penentuan titik profil menggunakan metode *purposive sampling* yang ditentukan berdasarkan peta penggunaan lahan skala layout 1 : 15.000, sehingga didapatkan 4 titik dapat dilihat pada Gambar 1. Analisis sifat fisik dan kimia tanah dapat dilihat pada tabel 1. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta wilayah studi di Desa Kalosi Kecamatan Towuti

Tabel 1. Analisis contoh tanah di laboratorium

| Parameter                    | Metode                         |
|------------------------------|--------------------------------|
| Tekstur                      | Hydrometer                     |
| Warna tanah                  | Munsell Soil Color Chart       |
| Permeabilitas                | Chart                          |
| Bulk density                 | Ring sampel                    |
| Porositas                    | Ring sampel                    |
| pH H <sub>2</sub> O & pH KCl | Ring sampel                    |
| KTK                          | pH meter                       |
| C- Organik                   | NH <sub>4</sub> Oac 1 N pH 7,0 |
| Jumlah basa – basa           | Walkey and Black               |
| Kejenuhan Basa               | NH <sub>4</sub> Oac 1 N pH 7,0 |
| Salinitas                    | NH <sub>4</sub> Oac 1 N pH 7,0 |
| Mineral                      | DHL                            |
| Kualitas Air                 | FTIR                           |



Gambar 2. Tahapan penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

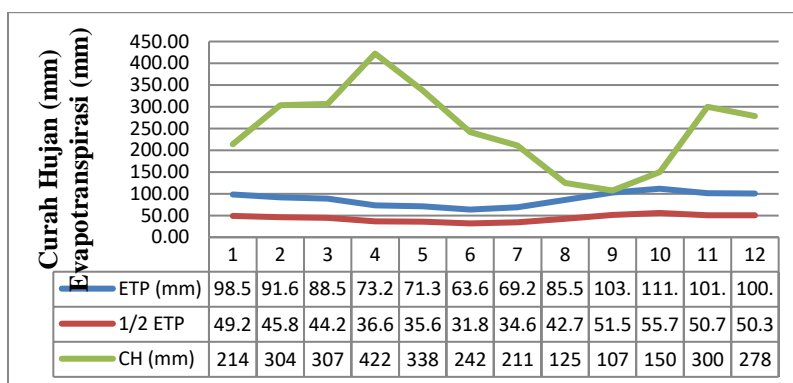
### Karakterisasi Lahan

#### Letak Geografis dan Administrasi

Secara geografis Kecamatan Towuti Kabupaten Luwu Timur terletak antara 2° 27' 49" - 3° 00' 25" LS dan 121° 19' 14" - 121° 47' 27" BT. Secara administrasi Kecamatan Towuti terletak di sebelah timur ibukota Kabupaten Luwu Timur, Kecamatan Towuti berbatasan dengan Kecamatan Nuha dan Propinsi Sulawesi Tengah di sebelah utara, Propinsi Sulawesi Tenggara sebelah timur dan sebelah selatan, dan di sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Nuha dan Wasuponda. Luas wilayahnya 1.820,48 km<sup>2</sup>, terdiri dari luas daratan 1.219 km<sup>2</sup> dan luas danau sebesar 601,48 km<sup>2</sup>, Kecamatan Towuti terdiri dari 18 Desa ditambah UPT SP IV Mahalona pecahan dari Desa Mahalona.

### Karakteristik Iklim

Klasifikasi iklim menurut Oldeman berdasarkan data curah hujan 10 tahun terakhir wilayah penelitian termasuk tipe iklim A1 dengan jumlah bulan basah 9 dan bulan lembab 3. Curah hujan di Kecamatan Towuti mencapai  $\pm 2329 - 3631$  mm/tahun, temperatur rata-rata 27° C dengan kelembaban udara rata-rata berkisar 77 - 85% dan memiliki rasio lama penyinaran matahari berkisar 0,30 - 0,60. Berdasarkan hasil analisis periode tumbuh di Kecamatan Towuti di mana  $(CH) \geq \frac{1}{2} ETP$ , maka di peroleh periode tumbuh di lokasi penelitian  $\pm 365$  hari atau sepanjang tahun (12 Bulan). Berdasarkan data curah hujan (CH) dan data evapotranspirasi potensial (ETP) maka didapatkan *growing period* di lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Periode Tumbuh di Desa Kalosi Kecamatan Towuti

### **Karakteristik Bentang Lahan**

Lokasi penelitian memiliki bentuk wilayah datar dengan kemiringan lereng 0-8%. Drainase agak terhambat atau buruk. Formasi geologi tergolong kedalam formasi Qa (aluvium), jenis tanah inseptisol, sedangkan penggunaan lahan berupa sawah irigasi dan hutan sekunder. Batuan permukaan berkisar 0-10%, dengan kedalaman tanah  $\pm 100$  m. Ketinggian daerah penelitian berada pada kisaran 200-400 mdpl.

### **Karakteristik Fisik Tanah**

#### **Tekstur**

Hasil analisis contoh tanah dilaboratorium didapatkan nilai tekstur setiap penggunaan lahan yang tidak jauh berbeda dimana pada penggunaan lahan hutan sekunder memiliki kelas tekstur pada lapisan 1 liat berdebu dan pada lapisan 2 liat sedangkan pada penggunaan lahan sawah baru memiliki tekstur liat dan lempung liat berpasir. Jika dibandingkan dengan karakteristik lahan hutan maka perbedaan yang mencolok hanya pada peningkatan persentase liat dari lapisan atas ke lapisan bawah akibat pelumpuran yang dilakukan pada sawah baru namun kandungan liat tidak meningkat secara signifikan. Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan sawah irigasi menurut Djaenuddin et al (2003) tekstur tanah yang optimal untuk padi sawah yaitu memiliki tekstur yang halus, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan dimana tekstur didominasi oleh liat sehingga dapat dikatakan bahwa lahan tersebut sesuai untuk ditanami padi.

Hal ini juga sesuai dengan pendapat Supriyadi (2009) yang mengemukakan bahwa tekstur tanah yang sesuai untuk pertanaman padi sawah adalah tekstur yang halus dengan porositas yang rendah sehingga kepadatan tanah tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Lehmann & Stahr (2010) yang menyatakan bahwa tekstur halus sangat mendukung untuk pengembangan tanaman padi sawah irigasi, karena tekstur liat maupun lempung merupakan tekstur yang banyak menyimpan unsur hara, menyediakan kandungan air yang cukup untuk sirkulasi udara di dalam tanah.

#### **Warna Tanah**

Warna tanah yang bervariasi dapat digambarkan sebagai petunjuk tentang sifat-sifat tanah. Kandungan bahan organik, kondisi drainase dan aerasi adalah sifat-sifat tanah yang berkaitan dengan warna tanah. Berdasarkan hasil yang didapatkan di lapangan pada kondisi tanah kering

memiliki warna yang berbeda-beda, profil 1 untuk lapisan 1 memiliki warna light yellowish brown sedangkan lapisan 2 memiliki warna dark yellowish brown, pada profil 2 untuk lapisan 1 memiliki warna brown sedangkan untuk lapisan 2 memiliki warna olive, pada profil 3 untuk lapisan 1 memiliki warna dark yellowish brown sedangkan lapisan 2 memiliki warna brown, pada profil 4 untuk lapisan 1 memiliki warna yellowish brown sedangkan lapisan 2 memiliki warna brownish yellow.

Warna tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, semakin tinggi kandungan bahan organik maka akan semakin gelap warna suatu tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Hakim (1986), yang menyatakan bahwa warna gelap tanah-tanah umumnya disebabkan oleh kandungan tinggi dari bahan organik yang terdekomposisi kecuali terdapat pengaruh mineral seperti besi oksida ataupun akumulasi garam-garam sehingga sering terjadi modifikasi dari warna-warna tersebut. Warna tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

### **Bobot Isi Tanah (*bulk density*)**

Bobot isi tanah pada keempat unit lahan memiliki nilai yang berbeda, pada unit lahan 1 memiliki nilai bobot isi tanah  $1.30 \text{ g cm}^{-3}$ , unit lahan 2  $1.27 \text{ g cm}^{-3}$ , unit lahan 3  $1.33 \text{ g cm}^{-3}$  dan pada unit lahan 4 memiliki bobot isi tanah  $1.25 \text{ g cm}^{-3}$  (Tabel 2).

Perbedaan nilai bobot isi tanah tersebut dipengaruhi oleh kelas tekstur, perbandingan antara fraksi pasir, debu dan liat pada setiap horizon mempengaruhi tinggi rendahnya bobot isi tanah. Tingginya bobot isi tanah pada unit lahan 4 dipengaruhi oleh kandungan fraksi liat yang mencapai 63%. Hal ini sesuai dengan pendapat Hardjowigeno (1995) yang menyatakan bahwa semakin padat atau halus tanah semakin tinggi bobot isi tanah, berarti tanah semakin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman.

### **Porositas**

Berdasarkan hasil analisis di laboratorium didapatkan nilai porositas atau total ruang pori berkisar antara 40 – 50 %. Hasil tersebut berbanding lurus dengan nilai bobot isi tanah yaitu berkisar antara  $1.25 - 1.33 \text{ g cm}^{-1}$  yang dimana semakin besar nilai suatu bobot isi tanah maka semakin rendah nilai porositas pada tanah begitupun sebaliknya (Tabel 2). Hal ini juga sesuai dengan

kondisi drainase lokasi penelitian yang memiliki kelas drainase agak terhambat atau buruk dimana kondisi tersebut sesuai untuk dijadikan lahan sawah irigasi.

Menurut Hanafiah (2013), dalam porositas dominasi fraksi pasir akan menyebabkan terbentuknya sedikit pori-pori makro sehingga daya pegangnya terhadap air sangat lemah, dominasi fraksi debu akan menyebabkan terbentuknya pori-pori meso dalam jumlah sedang sehingga menghasilkan daya pegang terhadap air cukup kuat dan dominasi fraksi liat menyebabkan terbentuknya banyak pori-pori mikro sehingga daya pegang terhadap air sangat kuat. Hal ini sesuai dengan pendapat Hillel (1982) yang menyatakan bahwa karakteristik pori tanah sangat berperan besar dalam menentukan pergerakan air dalam tanah dan mempengaruhi kemampuan tanah dalam meretensi air.

Tabel 2. Hasil Analisis Sifat Fisik Tanah pada Lokasi Penelitian

| Tabel 2. Hasil Analisis Data Fraksi Tanah pada Lokasi Penelitian |      |                  |      |      |                       |  |                                       |               |
|--|------|------------------|------|------|-----------------------|--|---------------------------------------|---------------|
| Profil   |      | Fraksi Tanah (%) |      |      | Kelas Tekstur         | Warna Tanah                              | Bobot Isi Tanah (g cm <sup>-3</sup> ) | Porositas (%) |
|  |      | Pasir            | Debu | Liat |                       |  |                                       |               |
| SPT 1<br>(Hutan)   | T1L1 | 16               | 41   | 43   | Liat Berdebu          | (10 YR 6/4) <i>Light Yellowish Brown</i> | 1,30                                  | 49            |
|  | T1L2 | 2                | 28   | 70   | Liat                  | (10 YR 4/4) <i>Dark Yellowish Brown</i>  |                                       |               |
| SPT 2<br>(Sawah)   | T2L1 | 16               | 35   | 49   | Liat                  | (7,5 YR 4/3) <i>Brown</i>                | 1,27                                  | 47            |
|  | T2L2 | 66               | 9    | 26   | Lempung Liat Berpasir | (5 Y 5/4) <i>Olive</i>                   |                                       |               |
| SPT 3<br>(Sawah)   | T3L1 | 23               | 32   | 45   | Liat                  | (10 YR 4/4) <i>Dark Yellowish Brown</i>  | 1,33                                  | 50            |
|  | T3L2 | 27               | 13   | 61   | Liat                  | (7,5 YR 4/3) <i>Brown</i>                |                                       |               |
| SPT 4<br>(Sawah)   | T4L1 | 12               | 25   | 63   | Liat                  | (10 YR 5/6) <i>Yellowish Brown</i>       | 1,25                                  | 47            |
|  | T4L2 | 13               | 22   | 65   | Liat                  | (10 YR 6/8) <i>Brownish Yellow</i>       |                                       |               |



## Karakteristik Kimia Tanah

### Reaksi tanah (pH)

Pengukuran pH dilakukan dengan 2 cara penilaian yaitu menggunakan H<sub>2</sub>O dan KCl. Reaksi tanah H<sub>2</sub>O digunakan sebagai pH kemasam aktif (aktual) dan KCl digunakan sebagai pH kemasaman cadangan (potensial). Dari hasil analisis nilai reaksi tanah pada setiap penggunaan lahan memiliki nilai berkisar antara 5.7-5.9 yang tergolong masam. Pada penggunaan lahan hutan memiliki nilai reaksi tanah yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai reaksi tanah sawah baru, tingginya nilai reaksi tanah pada sawah baru dipengaruhi oleh proses penggenangan yang mengakibatkan nilai reaksi tanah meningkat. Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan sawah irigasi menurut Djaenuddin et al (2003) nilai reaksi tanah yang optimal untuk lahan sawah irigasi yaitu berkisar antara 6.5-7.0, sehingga jika dibandingkan dengan hasil penelitian nilai reaksi tanah cukup sesuai namun perlu adanya perbaikan seperti penambahan kapur sehingga tanah yang masam dapat mendekati nilai netral dimana tingkat kemasaman (pH) tanah sangat mempengaruhi status ketersediaan hara bagi tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Hakim et al. (1986) yang menyatakan bahwa pada pH yang netral (6-7) ketersediaan hara menjadi optimal dalam hal jumlah maupun kesetimbangan unsur hara dalam larutan tanah, reaksi (pH) tanah di luar kisaran itu dapat mengakibatkan berkurangnya jumlah ketersediaan unsur hara tertentu dan kadang malah menyebabkan kelebihan ketersediaan unsur hara lainnya. Hal ini dapat berakibat terganggunya serapan hara oleh tanaman sehingga menghambat pertumbuhan dan menurunkan produktivitas tanaman (Widodo, 2006).

Perbedaan pH pada setiap unit lahan berbeda-beda disebabkan persentase kejenuhan basa disetiap unit lahan juga yang berbeda-beda. Hal ini sesuai dengan pendapat Hakim, et al. (1986) dalam Utami (2009) yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pH tanah antara lain: kejenuhan basa, sifat misel (koloid), dan macam-macam kation yang terjerap, selain itu kecenderungan pH tanah mendekati netral, hal ini diakibatkan proses penggenangan tanah sawah sehingga pH tanah menuju netral.

### C-organik

Bahan organik tanah adalah seluruh karbon di dalam tanah yang berasal dari sisa tanaman atau tumbuhan dan hewan yang telah mati. Kebanyakan sumber bahan organik tanah adalah jaringan tanaman atau tumbuhan (Munawar, 2013). Dari hasil analisis di laboratorium nilai kandungan C-

organik pada setiap penggunaan lahan tidak terlalu berbeda dimana pada penggunaan lahan hutan memiliki kandungan C-organik berkisar antara 2.44 – 2.48 % sedangkan pada penggunaan lahan sawah baru memiliki kandungan C-organik berkisar antara 2.40 – 2.49 %. Dari hasil analisis di laboratorium terlihat sedikitnya perbedaan kandungan C-organik tanah pada setiap lapisan akibat pengolahan tanah yang dilakukan saat persiapan lahan dan pembalikan tanah menyebabkan tercampurnya tanah bagian atas dan bagian bawah, dengan demikian kandungan C-organik lapisan bawah pada lahan ini tidak banyak berbeda dari lapisan di atasnya. Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan sawah irigasi menurut Djaenuddin et al (2003) kandungan C-organik yang optimal suatu lahan untuk dijadikan sawah irigasi yaitu lebih besar dari 2% sehingga jika dilihat dari hasil analisis C-organik di laboratorium lahan tersebut sesuai untuk dijadikan lahan sawah irigasi.

### **Kapasitas Tukat Kation (KTK)**

Kapasitas tukat kation (KTK) merupakan sifat kimia yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Dari hasil analisis di laboratorium nilai KTK pada setiap penggunaan lahan berkisar antara 32.2 – 56.6 Cmol/kg liat. Pada penggunaan lahan hutan nilai KTK berkisar antara 40.2 – 41.9 Cmol/kg liat sedangkan pada penggunaan lahan sawah baru nilai KTK berkisar antara 32.2 – 56.6 Cmol/kg liat. Perbedaan nilai KTK liat disetiap unit lahan disebabkan oleh jumlah fraksi liat dan kandungan bahan organik pada setiap unit lahan. Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan sawah irigasi menurut Djaenuddin et al (2003) nilai KTK suatu lahan yang optimal untuk dijadikan sawah irigasi berkisar antara 16 cmol/kg liat sampai dengan 80 cmol/kg liat, sehingga jika dilihat dari hasil analisis di laboratorium nilai KTK pada lahan tersebut sesuai untuk dijadikan lahan sawah irigasi.

Hal ini juga sesuai dengan pendapat Hardjowigeno (2003) yang menyatakan bahwa tanah-tanah dengan kadar liat atau bahan organik yang tinggi mempunyai nilai KTK yang lebih tinggi dari pada tanah-tanah berpasir atau yang mempunyai bahan organik rendah. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Belachew & Abera, (2010) menyatakan kapasitas tukat kation tanah tergantung pada tipe dan jumlah kandungan liat, kandungan bahan organik dan pH tanah. Oleh karena itu besarnya KTK tanah sangat menentukan tingkat kesuburan tanah. Menurut Hardjowigeno (2007) meningkatnya kapasitas tukat kation pada tanah akan berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman padi. Kapasitas tukat kation

tanah yang memiliki banyak muatan tergantung pH dapat berubah-ubah dengan perubahan pH. Keadaan tanah yang sangat masam menyebabkan tanah kehilangan kapasitas tukar kation dan kemampuan menyimpan hara kation dalam bentuk dapat tukar karena perkembangan muatan positif.

### **Kejenuhan Basa (KB)**

Menurut Hardjowigeno (2015) kation-kation basa umumnya merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, kejenuhan basa menunjukkan perbandingan antara jumlah kation-kation basa dengan jumlah semua kation yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Dari hasil analisis di laboratorium nilai kejenuhan basa pada setiap penggunaan lahan berkisar antara 43.77 – 63.02 % yang tergolong sedang. Pada penggunaan lahan hutan nilai kejenuhan basa berkisar antara 48.67 – 51.93 dan pada penggunaan lahan sawah baru berkisar antara 43.77 – 63.02 % dimana nilai kejenuhan basa dipengaruhi oleh nilai pH, semakin masam suatu tanah maka nilai kejenuhan basa akan menurun, sedangkan tanah pada pH tinggi kejenuhan basa akan meningkat. Jika dibandingkan dengan kriteria kesesuaian lahan sawah irigasi menurut Djaenuddin et al (2003) nilai kejenuhan basa cukup sesuai untuk dijadikan sawah irigasi namun perlu adanya perbaikan seperti peningkatan nilai pH dimana kejenuhan basa suatu lahan sangat penting karena menurut Madjid (2007) kejenuhan basa yang meningkat dapat menyebabkan tanah lebih banyak ditempati oleh kation-kation basa yang sangat berguna bagi tanaman padi dan retensi hara pada tumbuhan tersebut menjadi dalam bentuk tersedia.

Nilai kejenuhan basa juga mempengaruhi tingkat kesuburan tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Tan (1991), yang mengatakan bahwa persentase nilai kejenuhan basa dapat mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah, tanah dengan persentase kejenuhan basa > 80% adalah tanah yang sangat subur, tanah dengan persentase kejenuhan basa 50%-80% adalah tanah dengan tingkat kesuburan sedang, sedangkan tanah dengan persentase kejenuhan basa <50% adalah tanah dengan tingkat kesuburan yang rendah. Derajat kejenuhan basa menyebabkan mudah tidaknya tanah dalam melepaskan ion yang terjerap untuk tanaman.

### **Daya Hantar Listrik**

Dari hasil analisis contoh tanah di laboratorium didapatkan nilai salinitas setiap penggunaan lahan yang tidak jauh berbeda dimana pada penggunaan lahan hutan sekunder memiliki nilai salinitas 0.37 sedangkan pada penggunaan lahan sawah baru memiliki kandungan salinitas berkisar antara

0.15 – 0.55 dS m<sup>-1</sup> yang tergolong rendah sehingga jika dibandingkan dengan kriteria kesesuaian lahan menurut Djaenuddin et al. (2003) nilai salinitas pada setiap penggunaan lahan sesuai untuk lahan sawah irigasi. Nilai kandungan salinitas dipengaruhi oleh tinggi rendahnya pH tanah dan kandungan kadar garam yang tinggi pada tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Follet et al. (1981) yang menyatakan bahwa tanah salin memiliki pH <8,5 dengan daya hantar listrik >4 dS m<sup>-1</sup>. Peningkatan konsentrasi garam terlarut dalam tanah akan meningkatkan tekanan osmotik, menurunkan kemampuan tanaman untuk menyerap air, dan mengurangi kemampuan fotosintesis, sehingga akan berpengaruh terhadap proses metabolisme. Selain itu kandungan NaCl yang tinggi akan menyebabkan ketidak seimbangan ion pada penyerapan unsur hara dan penggunaan kation-kation lain (Brady dan Ray, 2008).

### **Jumlah Kation-kation Basa Dapat Tukar**

Dari hasil analisis contoh tanah dilaboratorium didapatkan nilai kation-kation basa dapat tukar setiap penggunaan lahan memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dimana pada penggunaan lahan hutan berkisar antara 11.19 – 13.12 Cmol kg<sup>-1</sup> sedangkan pada penggunaan lahan sawah baru berkisar antara 9.27 – 19.17 Cmol kg<sup>-1</sup>. Jika dilihat dari kriteria kesesuaian lahan menurut Djaenuddin et al. (2003) nilai kation-kation basa dapat tukar sesuai untuk dijadikan sawah irigasi dimana nilai yang optimal yaitu >6.5 Cmol kg<sup>-1</sup>.

Pada tanaman padi Ca berperan dalam memperkuat fungsi akar dan membuat tanaman tidak mudah keracunan. Tinggi rendahnya kandungan Ca pada tanah dapat dipengaruhi oleh tingginya kandungan bahan organik, pH dan tekstur tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Supriyadi (2007) yang menyatakan bahwa kandungan Ca<sup>2+</sup> dd terendah terdapat di tanah daerah pemekasan, kemungkinan ada hubungan dengan reaksi tanah (pH) yang kurang dari 6 dan kandungan tekstur kasar. Mg berperan dalam proses fotosintesis tanaman karena sebagai pembentuk klorofil, Mg juga memiliki peranan terhadap metabolisme unsur hara sehingga Mg sangat mempengaruhi kualitas daun. Menurut Supriyadi (2007) tingginya Mg dalam tanah juga ditentukan tingkat perkembangan tanah dan dimana tanah terbentuk, tanah tua dengan pencucian intensif rendah kandungannya, sedangkan tanah yang terbentuk di daerah depresi dimana unsur hara hasil pencucian mengumpul maka terbentuk tanah yang kaya Mg, konsentrasi Mg <1 cmol kg<sup>-1</sup> tanah menunjukkan rendahnya status Mg tanah, konsentrasi Mg >3 cmol kg<sup>-1</sup> umumnya cukup baik untuk tanaman padi. Unsur hara K salah satu unsur kimia, yang berperan dalam

meningkatkan toleransi terhadap kondisi kering karena mampu mengontrol stomata daun sehingga transpirasi dapat dikendalikan, kandungan K dipengaruhi oleh peningkatan persentase liat karena kemungkinan liat yang ada merupakan liat silikat (mineral sekunder) sumber K. Hal ini sesuai dengan pendapat (Mengel dan Kirby, 1982) mengemukakan bahwa tanah kaya liat akan mempunyai kandungan K yang lebih tinggi dari tanah umumnya sedangkan sisanya ditemukan pada tanah bertekstur kasar, dalam hal ini kemungkinan K yang ada berasal dari pupuk. Kandungan Na dapat dipertukarkan pada setiap unit lahan tergolong rendah. Menurut (Staf Pusat Penelitian Tanah, 1993 *dalam* Hardjowigeno & Widiatmaka, 2001) kondisi konsentrasi Na rendah secara umum menguntungkan karena Na bukan unsur esensial. Keberadaannya dalam tanah pada konsentrasi tinggi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, yaitu menaikkan nilai osmosis sehingga dapat menimbulkan efek plasmolisis. Dari segi sifat fisik tanah, keberadaan Na dalam konsentrasi tinggi dapat merusak struktur tanah sehingga tanah menjadi padat.

Tabel 3. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah pada Lokasi Penelitian

| Kode sampel             |      | Reaksi Tanah (pH) |      | % C  | KTK<br>Cmol<br>kg <sup>-1</sup> | KTK<br>Cmol/kg<br>liat | % KB  | ECE<br>(ds m <sup>-1</sup> ) | Ca<br>Cmol<br>kg <sup>-1</sup> | Mg<br>Cmol<br>kg <sup>-1</sup> | K<br>Cmol<br>kg <sup>-1</sup> | Na<br>Cmol<br>kg <sup>-1</sup> | ΣKation<br>basa<br>Cmol kg <sup>-1</sup> |
|-------------------------|------|-------------------|------|------|---------------------------------|------------------------|-------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|
|                         |      | H <sub>2</sub> O  | KCl  |      |                                 |                        |       |                              |                                |                                |                               |                                |  |
| <b>SPT 1</b><br>(Hutan) | T1L1 | 5.82              | 5.50 | 2.44 | 18.06                           | 41.9                   | 51.93 | 0.37                         | 11.0                           | 1.38                           | 0.35                          | 0.39                           | 13.12                                    |
|                         | T1L2 | 5.76              | 5.45 | 2.48 | 28.02                           | 40.2                   | 48.67 | 0.37                         | 8.3                            | 2.20                           | 0.35                          | 0.39                           | 11.19                                    |
| <b>SPT 2</b><br>(Sawah) | T2L1 | 5.83              | 5.53 | 2.40 | 20.55                           | 42.3                   | 52.93 | 0.39                         | 13.3                           | 0.69                           | 0.35                          | 0.39                           | 14.77                                    |
|                         | T2L2 | 5.88              | 5.48 | 2.47 | 16.50                           | 64.6                   | 63.02 | 0.32                         | 6.9                            | 1.65                           | 0.35                          | 0.39                           | 9.27                                     |
| <b>SPT 3</b><br>(Sawah) | T3L1 | 5.94              | 5.59 | 2.45 | 25.22                           | 56.6                   | 50.79 | 1.20                         | 9.9                            | 2.48                           | 0.35                          | 0.39                           | 13.12                                    |
|                         | T3L2 | 5.89              | 5.43 | 2.40 | 21.79                           | 35.9                   | 58.44 | 0.55                         | 17.1                           | 1.38                           | 0.35                          | 0.39                           | 19.17                                    |
| <b>SPT 4</b><br>(Sawah) | T4L1 | 5.69              | 5.49 | 2.48 | 28.64                           | 45.5                   | 49.17 | 0.16                         | 14.3                           | 2.48                           | 0.35                          | 0.39                           | 17.52                                    |
|                         | T4L2 | 5.66              | 5.56 | 2.49 | 30.20                           | 46.1                   | 43.77 | 0.15                         | 11.6                           | 2.48                           | 0.35                          | 0.39                           | 14.77                                    |

### Karakteristik Mineral

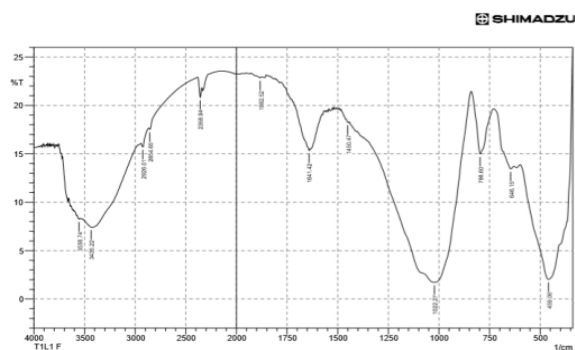
Hasil analisis di laboratorium dengan menggunakan metode FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) didapatkan hasil pada daerah penelitian memiliki kandungan mineral liat yang dominan yaitu kaolinit, terdapat juga beberapa jenis mineral lainnya dengan jumlah sedikit hingga sedang di antaranya mineral muskovit, illit, vermikulit, montmorillonit, kuarsa dan plagioklas (Tabel 4). Menurut Arsyad (1975) bahwa mineral liat 1:1 terbentuk di daerah beriklim basah dan berdrainase baik dengan lingkungan asam. Mineral kaolinit berwujud seperti lempengan tipis-tipis, tanah yang mengandung mineral liat kaolinit memiliki kapasitas mengembang dan mengerut yang rendah, kapasitas tukar kation rendah, batas antara KTK rendah dan tinggi adalah 16 me/100g liat

(Hardjowigeno, 1993). Menurut (Hardjowigeno, 1993) Nilai KTK dapat menunjukkan beberapa hal dalam tanah yaitu sebagai petunjuk jenis-jenis mineral liat yang ditemukan dalam tanah, dan petunjuk tingkat pelapukan tanah. Kandungan KTK yang tinggi pada lokasi penelitian berbanding lurus dengan ciri tekstur tanah dan kandungan bahan organik. Hal ini sesuai dengan pendapat (Hakim dkk, 1986) dari berbagai pengamatan ciri tekstur tanah, KTK berbanding lurus dengan jumlah butir liat. Semakin tinggi jumlah liat suatu jenis tanah yang sama, maka KTK juga bertambah besar. Makin halus tekstur tanah makin besar pula jumlah koloid liat dan koloid organiknya, sehingga KTK juga semakin besar. Sebaliknya tekstur kasar seperti pasir atau debu, jumlah koloid liat relatif kecil demikian pula koloid organiknya, sehingga KTK juga relatif lebih kecil daripada tanah bertekstur halus.

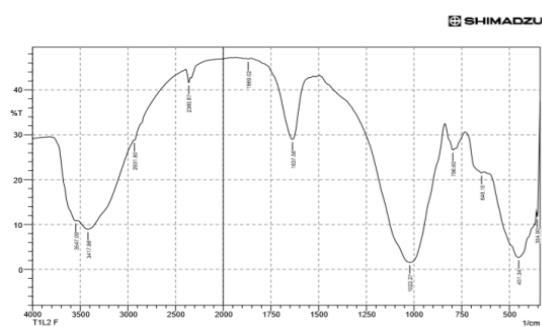
Menurut Prasetyo (2006) kandungan mineral liat pada tanah sawah bukaan baru dari lahan basah umumnya bervariasi. Variasi kandungan mineral liat ini disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya mineral liat tersebut berasal dari campuran mineral liat di daerah hulu yang terbawa oleh air dan diendapkan pada lahan basah yang kemudian menjadi sawah, atau mineral liat tersebut berasal dari pelapukan atau pun alterasi mineral liat yang terendapkan pada lingkungan yang tidak sesuai dengan lingkungan stabilitasnya, ataupun mineral liat tersebut merupakan hasil pembentukan baru pada lingkungan pengendapan di lahan basah tersebut. Pada tanah sawah bukaan baru dari lahan kering komposisi mineral liatnya akan sama persis dengan komposisi mineral liat dari lahan kering tersebut, karena pencetakan sawah bukaan baru dalam waktu yang singkat belum akan merubah komposisi mineral dari lahan kering tersebut.

Tabel 4. Hasil Analisis Mineral dengan Metode FTIR

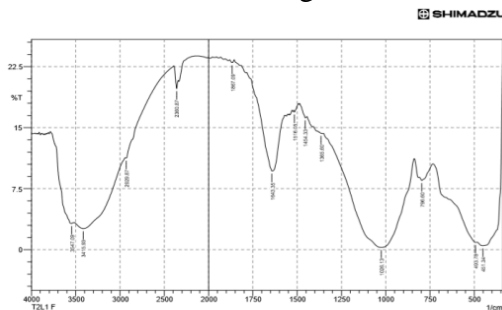
| Kode Sampel | Mineral Sekunder |                |       |            | Mineral Primer |        |            |
|-------------|------------------|----------------|-------|------------|----------------|--------|------------|
|             | Kaolinit         | Montmorillonit | illit | vermikulit | Muskovit       | Kuarsa | Plagioklas |
| <b>T1L1</b> | ++++             |                |       |            | +              | +      | ++         |
| <b>T1L2</b> | ++++             | +              | ++    |            | +              |        | ++         |
| <b>T2L1</b> | ++++             | (+)            | ++    |            | (+)            |        |            |
| <b>T2L2</b> | +++              |                |       | +++        |                |        |            |
| <b>T3L1</b> | ++++             |                | ++    |            | (+)            |        |            |
| <b>T3L2</b> | +++              | +              | ++    | ++         |                | +++    |            |
| <b>T4L1</b> | ++++             |                | ++    |            | (+)            |        |            |
| <b>T4L2</b> | ++++             | +              |       | +          | (+)            |        |            |



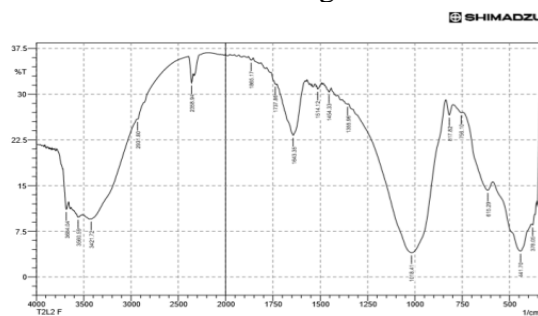
Gambar 4. Analisis Mineral dengan metode FTIR (T1L1)



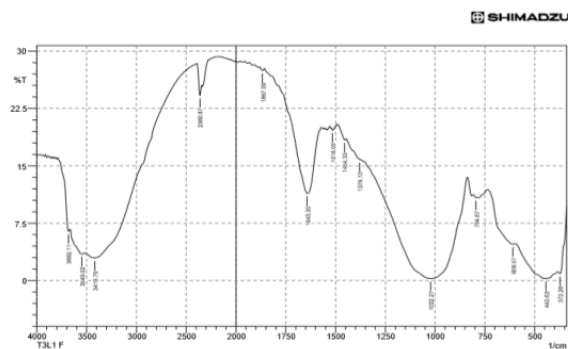
Gambar 5. Analisis Mineral dengan metode FTIR (T1L2)



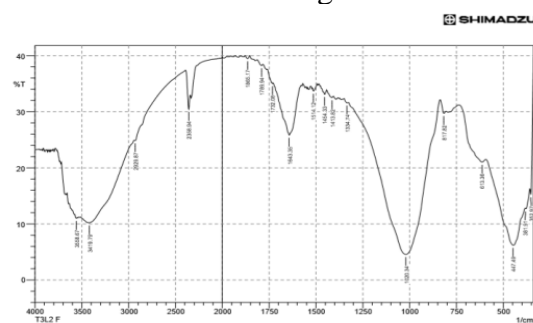
Gambar 6. Analisis Mineral dengan metode FTIR (T2L1)



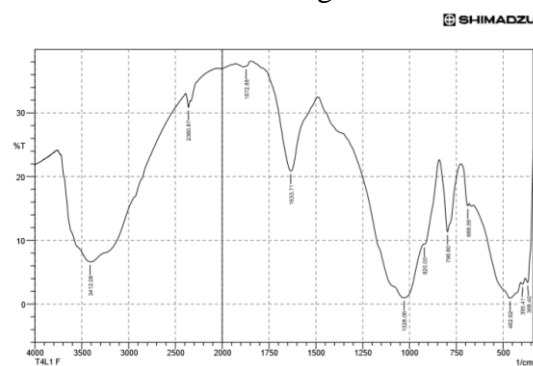
Gambar 7. Analisis Mineral dengan metode FTIR (T2L2)



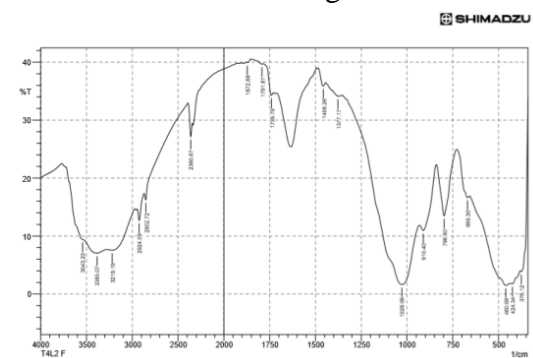
Gambar 8. Analisis Mineral dengan metode FTIR (T3L1)



Gambar 9. Analisis Mineral dengan metode FTIR (T3L2)



Gambar 10. Analisis Mineral dengan metode FTIR (T4L1)



Gambar 11. Analisis Mineral dengan metode FTIR (T4L2)



## Analisis Kualitas Air

Dari hasil analisis di laboratorium dengan pengujian beberapa parameter didapatkan nilai sifat fisik yaitu salinitas dan daya hantar listrik memiliki nilai rendah yang artinya baik untuk air irigasi, dimana pada peraturan gubernur no.69 tahun 2010 tentang baku mutu air nilai sifat fisik salinitas dan DHL tidak dipersyaratkan. Namun menurut Scofield (1936) mensyaratkan parameter DHL dengan jumlah kandungan yang sangat baik berada pada kisaran tidak terlalu tinggi yaitu  $<250 \mu\text{mhos/cm}$ . Hal ini sesuai dengan pendapat Ivan (2013) yang menyatakan bahwa kadar garam dalam air irigasi dengan kadar yang tinggi sangat tidak menguntungkan karena adanya garam-garam tersebut dapat menaikkan tekanan osmose dari air tersebut. Akibatnya akar tumbuh-tumbuhan menjadi sulit untuk menyerap air. Didalam tanah, air irigasi yang kadar garamnya tinggi juga dapat mengakibatkan terjadinya proses akumulasi garam pada zone perakaran sehingga mengganggu proses penyerapan air oleh tanaman.

Pada hasil analisis sifat kimia nilai pH pada air cukup stabil yaitu 7,51 dimana pada pergub baku mutu air nilai pH untuk pertanian berada pada kisaran 6-8,5 ini bukan merupakan batas maksimum, kandungan nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada air cukup rendah berada pada kisaran 0,17 ppm sedangkan nilai kandungan sulfat ( $\text{SO}_4$ ) pada air cukup tinggi. nilai kandungan oksigen terlarut atau dissolved oxygen cukup stabil yaitu 5,75 ppm karna nilai oksigen terlarut pada baku mutu air berada pada kisaran 3 dan bukan merupakan batas maksimum, sedangkan nilai kandungan chemical oxygen demand (COD) cukup rendah yaitu 6,00 ppm artinya jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air kurang.

Kandungan besi didapatkan 2,36 ppm dimana nilai tersebut tidak terlalu tinggi untuk persyaratan baku mutu air sehingga dapat dikategorikan bahwa kandungan besi pada air masih tergolong cukup baik untuk tanaman padi . Kandungan besi (Fe) yang cukup tinggi mengakibatkan pertumbuhan tanaman semakin terhambat. Menurut Asch et al. (2005), kadar Fe dalam larutan yang menyebabkan keracunan bervariasi sangat luas berkisar antara 10-500 ppm. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dorlodot et al. (2005) yang menyatakan bahwa pada konsentrasi Fe dalam larutan  $>250 \text{ ppm}$  menunjukkan gejala toksisitas Fe dan mengakibatkan menurunnya pertumbuhan tanaman padi.

Tabel 5. Analisis kualitas air irigasi Desa Kalosi

| No.           | Parameter                    | Satuan   | Sampel Uji | Pergub baku mutu Air No. 69 tahun 2010 |       |       |       |
|---------------|------------------------------|----------|------------|--|-------|-------|-------|
|               |                              |          |            | Gol A                                  | Gol B | Gol C | Gol D |
| I. Physics    |                              |          |            |  |       |       |       |
| 1             | Salinitas                    | ppt      | 0,003      | (-)                                    | (-)   | (-)   | (-)   |
| 2             | Conductivity/DHL             | μmhes/cm | tt         | (-)                                    | (-)   | (-)   | (-)   |
| II. Chemicals |                              |          |            |  |       |       |       |
| 3             | Derajat Keasaman (PH)        | -        | 7,51       | 6-8,5                                  | 6-8,5 | 6-8,5 | 5-8,5 |
| 4             | Besi (Fe)                    | ppm      | 2,36       | 0,3                                    | (-)   | (-)   | (-)   |
| 5             | Nitrat (NO3)                 | ppm      | 0,17       | 10                                     | 10    | 20    | 20    |
| 6             | Sulfat (SO4)                 | ppm      | 1,35       | 400                                    | (-)   | (-)   | (-)   |
| 7             | Dissolved Oxygen (DO)        | ppm      | 5,76       | 6                                      | 4     | 3     | 0     |
| 8             | Chemical Oxygen Demand (COD) | ppm      | 6,00       | 10                                     | 25    | 50    | 100   |

Keterangan :

- tt adalah tidak terdeteksi ( $<0,001$ )
- Tanda (-) adalah tidak dipersyaratkan
- Baku mutu air golongan A dapat digunakan sebagai air minum tanpa pengolahan terlebih dahulu
- Baku mutu air golongan B dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga
- Baku mutu air golongan C dapat digunakan untuk keperluan pertanian, perikanan, dan peternakan
- Baku mutu air golongan D merupakan limbah

Nilai baku mutu air diatas merupakan batas maksimum, kecuali pH dan DO

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa lahan sawah bukaan baru di Desa Kalosi Kecamatan Towuti sesuai untuk dijadikan sawah irigasi dimana lahan tersebut memiliki curah hujan rata-rata  $\pm 2329 - 3631$  mm/tahun dengan temperatur rata-rata  $27^{\circ}\text{C}$ , klasifikasi iklim menurut Oldeman termasuk tipe iklim A1 (9 bulan basah, 3 bulan lembab), kemiringan lereng 0-8%. Hasil analisis karakteristik sifat fisik maupun sifat kimia tanah menunjukkan bahwa lahan sawah baru sesuai untuk pengembangan padi sawah irigasi. Jenis mineral yang dominan ditemukan adalah mineral liat kaolinit serta kualitas baku mutu air yang cukup baik kecuali kandungan besi (Fe) yang dipersyaratkan cukup tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah & Air*. Cetakan Ketiga. Ipb Press, Bogor.
- Asch, F., M. Becker, D.S. Kpongor. 2005. *A quick and efficient screen for tolerance to iron toxicity in lowland rice*. J. Plant Nutr. Soil Sci. 168: 764-773.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian DEPTAN. 2007 b. *Deskripsi Varietas Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi*. Jakarta. 15: 151-52.
- Balai Penelitian Tanaman Padi. 2007. *Padi Gogo dan Pola Pengembangannya*. Deptan.
- Belachew T. and Y. Abera, 2010. *Assessment of Soil Fertility Status with Depth in Wheat Growing Highlands of Southeast Ethiopia*. World Journal of Agricultural Sciences, 6(5): 525-531.
- Brady, N.C and R.R Weil. 2008. *The Nature and Properties of Soil*. Pearson education, Inc. United States of America. 965 p.
- Churchman, GJ and D Lowe. 2010. *Alteration, formation, and occurrence of minerals in soils*. Handb. Soil Sci. Prop. Process. 1: 20– 72.
- Direktorat Perluasan Areal. 2006b. *Pedoman Teknis Perluasan Areal Tanaman Pangan (Perluasan Sawah)*. Direktorat Perluasan Areal, Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian. PT-PLA-2006, Revisi.
- Djaenuddin, D., H. Marwan, H. Subagyo, Mulyani Anny, dan N. Suharta. 2000. *Kriteria Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Pertanian*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Djaenudin, D., Marwan H., Subagyo H., dan A. Hidayat. 2003. *Petunjuk Teknis untuk Komoditas Pertanian*. Edisi Pertama tahun 2003, ISBN 979-947425-6. Balai Penelitian Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.
- Dorlodot, S., S. Lutts, P. Bertin. 2005. *Effect of ferrous iron toxicity on the growth and mineral competition of an interspecific rice*. J. Plant Nutrition. 28:1-20.
- Follet, RH, Murphy, LS, Donahue, RL, 1981, *Fertilizer And Soil Amandements*, Prentice Hall Inc. Englewood, New York.
- Hakim, N., M.Y Nyakpa., A.M. Lubis., S.G. Nugraha., G.B. Hong., H. Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Universitas Lampung. Lampung.
- Hanafiah KA, 2013. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : PT Grafindo.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.

- Hardjowigeno, S. dan Widiatmaka. 2011. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata guna Lahan*. PT. Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Hardjowigeno, S., H. Subagyo, dan M.L.Rayes. 2004. *Morfologi dan klasifikasi tanah sawah*. hlm. 1-28 dalam Fahmuddin, A., A. Adimihardja, S. Hardjowigeno, A. M. Fagi, W. Hartatik (Eds.). *Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Hardjowigeno, S dan L. Rayes. 2005. *Tanah Sawah*. Bayumedia. Malang.
- Hikmatullah, Sawiyo, Suharta N. 2002. *Potensi dan kendala pengembangan sumber daya lahan untuk pencetakan sawah irigasi di luar jawa*. J Litbang Pertanian 21(4): 115-123.
- Hillel, D. 1982. *Introduction to soil physics*. Academic Press, San Diego, 364pp.
- Lehmann, A. and K. Stahr. 2010. *The Potential of Soil Functions and Planner-Oriented Soil Evaluation to Achieve Sustainable Land Use*. J Soils Sediments, 10: 1092-1102.
- Madjid, A. 2007. *Kapasitas Tukar Kation*. Bahan Kuliah Online. Universitas Sriwijaya.
- Mengel, K and Kirkby, E.A, 1982. *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute. 3rd ed. Bern. Switzerland
- Munawar, A. 2013. *Kesuburan Tanah dan Nutris Tanaman*. IPB Press, Bogor.
- Oldeman, L.R., I. Las, and Muladi. 1980. *The agroclimatic maps of Kalimantan, Maluku, Irian Jaya and Bali, West and East Nusa Tenggara*. Contributions No. 60, Central Research Institute for Agriculture, Bogor. 32 p.
- Prasetyo, B.H. 2006. *Evaluasi tanah sawah bukaan baru di Daerah Lubuk Linggau, Sumatera Selatan*. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia 8(1): 31-34.
- Prasetyo, H. P., J. S. Adiningsih, K. Subagyo, dan R. D.M. Simanungkalit. 2004. *Mineralogi, kimia, fisika, dan biologi lahan sawah*. hlm. 29-82 dalam *Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. Pusat penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian.
- Supriyadi S., A. Imam dan A. Amzeri. 2009. *Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Pangan di Desa Bilaporah, Bangkalan*. Agrovigor, 2(2):110-117.
- Supriyadi, S. 2007. *Kesuburan Tanah di Lahan Kering*. Madura. Embryo, Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian. Vol, 4:2; 124-131.
- Sys, C., E. V. Ranst, J. Debaveye, dan F. Beernaert. 1991. 1993. *Land Evaluation part III Crop Requirements*. General Administration for Development Cooperation Place du Champ de Mars 5 bte 57 – 1050 Brussels – Belgium.

- Utami, N. 2009. *Kajian Sifat Fisik, Sifat Kimia Dan Sifat Biologi Tanah Paska Tambang Galian C Pada Tiga Penutupan Lahan (Studi Kasus Pertambangan Pasir (Galian C) di Desa Gumulung Tonggoh, Kecamatan Astanajapura, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat)* ; Skripsi. Departemen Silvikultur Fakultas Kehutan Institut Pertanian Bogor.
- Widodo, R.A. 2006. *Evaluasi Kesuburan Tanah Pada Lahan Tanaman Sayuran di Desa Sewukan Kecamatan Dukun Kabupaten Magelang*. J. Tanah dan Air, 7(2):142-150